

УДК 625.76

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПЛОТНЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА ВИБРАЦИОННЫМ КАТКОМ С УЧЕТОМ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОКРЫТИЯ

Швачко Д.В., Шахова В.Л.

Научный руководитель – доцент Прокопьев А.П.

Сибирский федеральный университет

Ключевые слова: коэффициент уплотнения, температура асфальтобетонной смеси, контактные напряжения, вибрационный каток, абсолютная деформация, предел прочности.

Введение

Актуальность работы. Уплотнение является технологической операцией в формировании структуры асфальтобетонных покрытий, которая определяет его эксплуатационные показатели, надежность и долговечность. Стоимость уплотнения составляет 2-4% от стоимости строительства автомобильной дороги. Однако некачественное проведение этой технологической операции приводит к значительным потерям. Так, недоуплотнение всего на 1-2 % уменьшает прочность покрытия на 12-16 %, а долговечность – на 14-20 %.

Интенсивность образования остаточных деформаций в уплотняемой среде определяется величиной контактных напряжений, времени уплотнения и температурой смеси, при которых осуществляется процесс уплотнения.

Одним из путей повышения производительности и снижения энергоемкости процесса уплотнения является обоснование рациональных параметров катков и энергоэффективных режимов их работы с учетом изменения температуры поверхностного слоя в процессе уплотнения.

Цель работы: Разработка имитационной модели процесса уплотнения конструктивных слоев дорожных одежд нежесткого типа вибрационным катком с учетом динамики и температуры уплотняемого слоя.

Решение задачи

Аналитическое описание процесса уплотнения асфальтобетонной смеси вибрационным катком разработано В.Б. Пермяковым и соавторами (опубликовано: «Омский научный вестник» № 1 (64)). Данное описание отражает зависимости контактных давлений вибрационного вальца и деформаций поверхности смеси под вальцом от времени контакта с уплотняемым материалом.

В данной работе рассматривается колебательная система «вибровалец – асфальтобетонная смесь», описывается процесс взаимодействия вальца с уплотняемой смесью (с учетом постоянно изменяющихся свойств последней) с целью дальнейшего обоснования рациональных параметров дорожных катков, обеспечивающих эффективное уплотнение асфальтобетонной смеси.

Разработка математической модели выполняется на основе реологических моделей: Ньютона; Гука; Сен-Венана. За основу принято аналитическое обоснование процесса уплотнения асфальтобетонной смеси вибрационным катком, которое отражает зависимость контактных напряжений от массы катка и времени уплотнения В.Б. Пермякова.

Результатом данного этапа работы является получение уравнения контактного давления в любой момент времени. В работе принятой за основу, при моделировании

не учитывается постоянно изменяющаяся во времени температура смеси (слоя), которая существенно влияет на свойства покрытия, а, следовательно, и на ее уплотнение.

Для учета этих факторов при теоретических исследованиях, рассматривается влияние температуры уплотняемого слоя на деформационно-прочностные характеристики горячих асфальтобетонных смесей.

Свойства асфальтобетонной смеси в значительной степени определяются ее температурой. В процессе уплотнения сопротивление смеси деформированию возрастает за счет увеличения плотности и снижения температуры. Поэтому очень важно процесс уплотнения проводить в благоприятных температурных условиях, когда смесь имеет минимальное сопротивление деформированию.

Чтобы вывести зависимость коэффициента уплотнения, температуры асфальтобетонной смеси, времени и контактного давления рассмотрены зависимости влияния температуры на деформационно-прочностные характеристики горячих асфальтобетонных смесей, представленные в научной и учебной литературе.

Достичь требуемых параметров дорожного покрытия в процессе уплотнения можно при соблюдении определенного соотношения между контактными напряжениями под рабочим органом уплотняющей машины и прочностными характеристиками уплотняемого материала.

Вопрос влияния температуры на предел прочности горячего асфальтобетона рассматривался многими авторами. Установлено, что с увеличением содержания щебня в смеси предел прочности повышается в среднем на 14...17 % . С понижением температуры увеличивается предел прочности смеси.

Экспериментально в работах В.Б. Пермякова, В. . Ложечко. Т. , Сергеевой было установлено, что зависимость предела прочности смеси от температуры на протяжении всего процесса уплотнения носит нелинейный характер.

Экспериментальными исследованиями В.Б. Пермякова, А.В. Захаренко установлена связь между относительной величиной контактных напряжений и коэффициентом уплотнения.

Таким образом, из рассмотренных данных выявлены зависимости между коэффициентом уплотнения, температурой асфальтобетонной смеси и контактным напряжением под вальцом катка.

В процессе работы разработано аналитическое описание процесса уплотнения асфальтобетонной смеси вибрационным катком, отражающее динамику колебаний вибрационного катка и реологические свойства уплотняемой асфальтобетонной смеси, с учетом изменения свойств материала покрытия от температуры, позволяющее определять рациональные режимы работы дорожного катка при уплотнении асфальтобетонных смесей.

Представлены графики, отражающие зависимости контактных давлений вибрационного вальца и деформаций поверхности смеси под вальцом от времени контакта с уплотняемым материалом. Разработана имитационная модель процесса уплотнения с использованием языка программы Matlab&Simulink.

Выводы

В процессе работы изучен процесс уплотнения асфальтобетонных смесей. Рассмотрены работы ученых по аналитическому описанию процесса уплотнения вибрационным катком при изменении температуры уплотняемой поверхности асфальтобетонной смеси в процессе уплотнения. Выявлены зависимости между коэффициентом уплотнения, температурой асфальтобетонной смеси и контактным напряжением под вальцом катка. Разработана имитационная модель процесса уплотнения с учетом температуры покрытия в программе Matlab&Simulink.